

**PERBANDINGAN ALGORITMA *CHEAPEST INSERTION HEURISTIC*
DAN ALGORITMA *TABU SEARCH* DALAM MENENTUKAN RUTE
TERPENDEK DARI PENDISTRIBUSIAN PAKET**

Skripsi

Oleh

**MEIL SALSABELLA MAHPUTRA
NPM. 2217031028**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG**

2026

ABSTRACT

COMPARISON OF THE CHEAPEST INSERTION HEURISTIC ALGORITHM AND THE TABU SEARCH ALGORITHM IN DETERMINING THE SHORTEST ROUTE FOR PACKAGE DISTRIBUTION

By

Meil Salsabella Mahputra

Determining the route for package distribution can be modeled as the *Traveling Salesman Problem* (TSP), which is an optimization problem that aims to determine the shortest route that passes through all destination points exactly once and returns to the starting point. The objective of this study is to generate the shortest route using the *Cheapest Insertion Heuristic* algorithm and the *Tabu Search* algorithm for package distribution and to select the best method. The results show that the solution obtained using the *Cheapest Insertion Heuristic* algorithm is better than the solution obtained using the *Tabu Search* method.

Keywords: *Traveling Salesman Problem, Cheapest Insertion Heuristic, Tabu Search.*

ABSTRAK

PERBANDINGAN ALGORITMA *CHEAPEST INSERTION HEURISTIC* DAN ALGORITMA *TABU SEARCH* DALAM MENENTUKAN RUTE TERPENDEK DARI PENDISTRIBUSIAN PAKET

Oleh

Meil Salsabella Mahputra

Penentuan rute pendistribusian paket dapat dimodelkan sebagai *Travelling Salesman Problem* (TSP), yaitu permasalahan optimasi yang bertujuan untuk menentukan lintasan terpendek yang melewati seluruh titik tujuan tepat satu kali dan kembali ke titik awal. Adapun tujuan dari Penelitian ini yaitu menghasilkan rute terpendek dengan menggunakan algoritma *Cheapest Insertion Heuristic* dan algoritma *Tabu Search* dalam pendistribusian paket serta memilih metode terbaik. Hasil yang didapat menunjukkan bahwa solusi yang didapat dengan menggunakan metode Algoritma *Cheapest Insertion Heuristic* lebih baik dari solusi yang didapat dengan menggunakan metode *Tabu Search*.

Kata-kata kunci: *Travelling Salesman Problem*, *Cheapest Insertion Heuristic*, *Tabu Search*

**PERBANDINGAN ALGORITMA *CHEAPEST INSERTION HEURISTIC*
DAN ALGORITMA *TABU SEARCH* DALAM MENENTUKAN RUTE
TERPENDEK DARI PENDISTRIBUSIAN PAKET**

MEIL SALSABELLA MAHPUTRA

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
SARJANA MATEMATIKA

Pada

Jurusan Matematika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG**

2026

Judul Skripsi : **PERBANDINGAN ALGORITMA
CHEAPEST INSERTION HEURISTIC DAN
ALGORITMA TABU SEARCH DALAM
MENENTUKAN RUTE TERPENDEK DARI
PENDISTRIBUSIAN PAKET**

Nama Mahasiswa : **Meil Salsabella Mahputra**

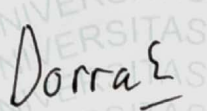
Nomor Pokok Mahasiswa : **2217031028**

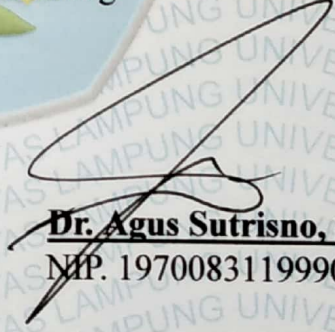
Program Studi : **Matematika**

Fakultas : **Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



1. Komisi Pembimbing


Dra. Dorrah Azis, M.Si.
NIP. 196101281988112001


Dr. Agus Sutrisno, S.Si., M.Si.
NIP. 197008311999031002

2. Ketua Jurusan Matematika


Dr. Aang Nuryaman, S.Si., M.Si.
NIP. 197403162005011001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Dra. Dorrah Azis, M.Si.**

Dorrah

Sekretaris : **Dr. Agus Sutrisno, S.Si., M.Si.**

Penguji

Bukan Pembimbing : **Drs. Tiryono Ruby, M.Sc., Ph.D.**

Tiryono

2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si.

NIP. 197110012005011002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 28 Januari 2026

PERNYATAAN SKRIPSI MAHASISWA

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **Meil Salsabella Mahputra**
Nomor Pokok Mahasiswa : **2217031028**
Jurusan : **Matematika**
Judul Skripsi : **Perbandingan Algoritma *Cheapest Insertion Heuristic* dan Algoritma *Tabu Search* dalam Menentukan Rute Terpendek dari Pendistribusian Paket**

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri. Apabila kemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 28 Januari 2026

Penulis,



Meil Salsabella Mahputra
NPM. 2217031028

RIWAYAT HIDUP

Penulis memiliki nama lengkap Meil Salsabella Mahputra yang lahir di Margajaya pada tanggal 17 Mei 2004. Penulis merupakan Anak pertama dari pasangan Bapak Agus Mahputra dan Ibu Winarsih. Penulis memiliki adik laki-laki bernama Indra Laksana.

Penulis menempuh Pendidikan Taman Kanak-Kanak Al-Qur'an pada tahun 2009-2010, kemudian menempuh Pendidikan Sekolah Dasar di SD 2 Kibang pada tahun 2010-2016, Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 1 Metro pada tahun 2017-2019, dan pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 6 Metro pada tahun 2020-2022. Pada tahun 2022 penulis melanjutkan ke perguruan tinggi dan terdaftar sebagai Mahasiswi S1 Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung melalui jalur SNMPTN.

Pada tahun 2023 penulis aktif di Himpunan Mahasiswa Matematika (HIMATIKA) dan penulis diamanahkan menjadi Anggota Bidang Eksternal. Pada Bulan Desember 2024 sampai Januari 2025, penulis melaksanakan Kerja Praktik (KP) di Kantor Pelayanan Pajak Pratama Metro dengan penempatan Bidang Pemeriksaan, Penilaian, dan Penagihan (P3). Kemudian penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata pada Juli sampai Agustus 2025 di Kota Karang Raya Kecamatan Teluk Betung Timur Kota Bandar Lampung.

KATA INSPIRASI

”Allah tidak membebani seseorang, kecuali menurut kesanggupannya”

(Q.S Al-Baqarah: 286)

”Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, sesungguhnya
sesudah kesulitan itu ada kemudahan.”

(Q.S Al-Insyirah: 5-6)

”Dalam setiap paragraf skripsi ini tersimpan cerita tentang perjuangan, keraguan,
dan harapan karena ilmu bukan hanya tentang apa yang dipahami, namun juga
tentang bagaimana kita tumbuh dalam proses memahaminya”

PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan Alhamdulillah dan syukur kepada Allah SWT atas nikmat serta hidayah-Nya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik dan tepat pada waktunya. Dengan rasa syukur dan Bahagia, saya persembahkan rasa terimakasih saya kepada:

Ayah dan Ibuku Tercinta

Skripsi ini saya persembahkan kepada kedua orang tua tercinta yang selalu memberikan kasih sayang, bimbingan, serta pengorbanan yang tidak ternilai. Terima kasih atas doa yang tidak pernah putus, kesabaran yang tiada batas, dan dukungan moral maupun material selama proses pendidikan ini. Terima kasih telah menjadi alasan untuk terus melangkah, berjuang, dan tidak menyerah.

Dosen Pembimbing dan Pembahas

Terima kasih atas bimbingan, dorongan, dan kesabaran yang diberikan sejak awal penyusunan hingga terselesaikannya skripsi ini. Semoga ilmu yang Bapak/Ibu berikan menjadi amal jariyah serta terus memberi manfaat bagi banyak orang.

Sahabat-sahabatku

Terima kasih atas dukungan, tawa, kebaikan, serta kebersamaan yang tidak ternilai selama masa perkuliahan hingga penyusunan karya ini. Kehadiran kalian membuat perjalanan ini lebih berwarna dan tak mudah dilupakan

Almamater Tercinta

Universitas Lampung

SANWACANA

Alhamdulillah, puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul "Perbandingan Algoritma *Cheapest Insertion Heuristic* dan Algoritma *Tabu Search* dalam Menentukan Rute Terpendek dari Pendistribusian Paket" dengan baik dan lancar serta tepat pada waktu yang telah ditentukan. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, banyak pihak yang telah membantu memberikan bimbingan, dukungan, arahan, motivasi serta saran sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Ibu Dra. Dorrah Azis, M.Si. selaku Pembimbing I yang telah banyak meluangkan waktunya untuk memberikan arahan, bimbingan, motivasi, saran serta dukungan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Dr. Agus Sutrisno, S.Si., M.Si. selaku Pembimbing II yang telah memberikan arahan, bimbingan dan dukungan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Drs. Tiryono Ruby, M.Sc., Ph.D. selaku Penguji yang telah bersedia memberikan kritik dan saran serta evaluasi kepada penulis sehingga dapat menjadi lebih baik lagi.
4. Bapak Dr. Aang Nuryaman, S.Si., M.Si. selaku Ketua Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
5. Bapak Ir. Warsono, M.S., Ph.D. selaku dosen pembimbing akademik.
6. Seluruh dosen, staff dan karyawan Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

7. Ayah, Ibu, serta Adik yang senantiasa memberikan do'a dan motivasi kepada penulis.
8. Sahabat penulis sejak SMP diantaranya Fina, Caca, Balqis, Lala, Regina, dan Wanda terima kasih atas candaan yang menghilangkan stres, atas semangat yang tak pernah putus, dan atas kebersamaan yang membuat setiap langkah dalam perjalanan ini terasa lebih ringan.
9. Teman seperjuangan dalam gc kalkulus, diantaranya Recha, Leony, Difta dan Zafira. Terimakasih sudah memberikan kesempatan untuk berada diantara kalian yang sangat membantu dan memotivasi selama berada di bangku perkuliahan.
10. Untuk seseorang yang tidak dapat saya sebutkan namanya, yang telah memberikan saya dorongan, arahan, dan keyakinan bahwa setiap proses, seberat apa pun, dapat diselesaikan.
11. Teman teman Eksternal HIMATIKA 2023 yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.
12. Teman-teman seperjuangan Jurusan Matematika angkatan 2022.
13. Terakhir, untuk diri saya sendiri. Terima kasih atas segala kerja keras dan semangatnya sehingga mampu bertahan dan terus melangkah sejauh ini. Terima kasih telah percaya pada keraguan dan kelelahan dalam setiap proses ini, meskipun jalannya terasa begitu berat. Perjalanan ini mengajarkan banyak hal, bahwa lelah bukan alasan untuk menyerah dan bahwa hasil yang baik membutuhkan proses.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk menjadikan skripsi ini lebih baik lagi.

Bandar Lampung, 28 Januari 2026
Penulis,

Meil Salsabella Mahputra
NPM. 2217031028

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Manfaat Penelitian	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Graf	4
2.2 <i>Travelling Salesman Problem</i> (TSP)	5
2.3 Algoritma <i>Cheapest Insertion Heuristic</i> (CIH)	6
2.4 Algoritma <i>Tabu Search</i>	7
2.5 <i>Google Maps</i>	8
III METODE PENELITIAN	10
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	10
3.2 Data Penelitian	10
3.3 Metode Penelitian	10
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	12
4.1 Pemodelan Graf	12
4.2 Data Penelitian	13
4.3 Penyelesaian Menggunakan Algoritma <i>Cheapest Insertion Heuristic</i>	15
4.4 Penyelesaian Menggunakan Algoritma <i>Tabu Search</i>	36
V KESIMPULAN DAN SARAN	43
5.1 Kesimpulan	43
5.2 Saran	43
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN	47

DAFTAR TABEL

4.1	Tabel Alamat rute pengiriman paket	14
4.2	Data jarak rute pendistribusian paket dengan titik awal agen ekspedisi <i>Shopee Express</i> Teluk Betung Utara (dalam km)	15
4.3	Data waktu pendistribusian paket dengan titik awal agen ekspedisi <i>Shopee Express</i> Teluk Betung Utara (dalam menit)	15

DAFTAR GAMBAR

2.1	Contoh graf	4
2.2	Contoh graf berbobot	5
3.1	<i>Flowchart</i> metode penelitian	11
4.1	Titik rute pendistribusian paket dengan titik awal agen ekspedisi <i>Shopee Express</i> Teluk Betung Utara	13
4.2	Representasi dalam bentuk Graf	14
4.3	Rute Iterasi 1	18
4.4	Rute Iterasi 2	19
4.5	Rute Iterasi 3	21
4.6	Rute Iterasi 4	23
4.7	Rute Iterasi 5	26
4.8	Rute Iterasi 6	28
4.9	Rute Iterasi 7	31
4.10	Rute Iterasi 8	35
4.11	<i>Output Syntax Python</i> dengan Algoritma <i>Cheapest Insertion Heuristic</i>	36
4.12	Rute Iterasi 1	37
4.13	Rute Iterasi 2	38
4.14	Rute Iterasi 3	38
4.15	Rute Iterasi 4	39
4.16	Rute Iterasi 5	39
4.17	Rute Iterasi 6	40
4.18	Rute Iterasi 7	40
4.19	Rute Iterasi 8	41
4.20	Rute Iterasi 9	41
4.21	<i>Output Syntax Python</i> dengan Algoritma <i>Tabu Search</i>	42

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Seiring pesatnya perkembangan teknologi digital, khususnya di sektor *e-commerce*, perubahan perilaku masyarakat menuju belanja daring semakin meningkat. *Shopee*, sebagai salah satu platform *e-commerce* terkemuka di Asia Tenggara, terus berinovasi untuk meningkatkan kenyamanan pengguna, salah satunya melalui layanan logistik *Shopee Express* (SPX) yang dirancang guna memastikan efisiensi, kecepatan, dan ketepatan waktu pengiriman barang kepada pelanggan (Nugraha dan Ariescy, 2025).

Dalam kegiatan logistik dan distribusi, efisiensi rute pengiriman menjadi faktor penentu keberhasilan operasional suatu perusahaan. Penentuan lintasan dalam proses distribusi barang merupakan aspek krusial bagi perusahaan logistik dan distribusi karena berpengaruh langsung terhadap efisiensi biaya operasional. Efektivitas pengiriman sangat ditentukan oleh pemilihan rute yang optimal untuk mencapai seluruh tujuan dengan jarak tempuh minimum. Permasalahan penentuan rute terpendek ini dikenal sebagai *Travelling Salesman Problem* (TSP), yaitu permasalahan optimisasi klasik yang berfokus pada pencarian lintasan terpendek untuk mengunjungi sejumlah lokasi tanpa pengulangan sebelum kembali ke titik awal (Hignasari, 2020). Terdapat berbagai algoritma yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan *Travelling Salesman Problem* (TSP), antara lain algoritma Greedy, *Branch and Bound*, *Cheapest Insertion Heuristic* (CIH), serta *Tabu Search*, dan beberapa metode lainnya. Pada penelitian ini menggunakan algoritma *Cheapest Insertion Heuristic* dan algoritma *Tabu Search* untuk menentukan rute terpendek.

Algoritma *Cheapest Insertion Heuristic* (CIH) merupakan metode yang membentuk suatu tour dengan menyusun rute perjalanan terpendek berbobot minimum, kemudian

secara bertahap menambahkan titik-titik baru ke dalam rute yang telah terbentuk. Proses penambahan titik dilakukan bersamaan dengan pemilihan sisi penyisipan agar diperoleh nilai penambahan jarak atau *insertion cost* yang paling minimum (Khadafi dan Saputri, 2023). Sedangkan Algoritma *Tabu Search* merupakan metode yang mengarahkan setiap tahapan pencarian menuju solusi dengan nilai fungsi tujuan yang paling optimal, sekaligus menghindari pengulangan atau keterjebakan pada solusi awal yang telah ditemukan selama proses pencarian berlangsung (Herawati dkk., 2015).

Ada beberapa penelitian sebelumnya dalam penyelesaian TSP seperti penelitian yang dilakukan oleh Aristi (2014) dalam penelitian tersebut Algoritma Greedy lebih sederhana untuk jumlah kota sedikit, sedangkan Cheapest Insertion Heuristic lebih efektif digunakan saat jumlah kota banyak. Penelitian yang dilakukan oleh Ananda dkk., (2023) tentang Penerapan algoritma CIH menunjukkan penurunan jarak tempuh dari 51.600 meter menjadi 47.150 meter, menandakan peningkatan efisiensi rute. Pada penelitian Ramadhania dan Rani (2021) dengan Hasil yang menunjukkan bahwa *Tabu Search* lebih optimal dan memiliki waktu eksekusi lebih singkat dibandingkan algoritma genetika. Serta pada penelitian Fatmawati dkk., (2015) penerapan algoritma *Tabu Search* dengan penurunan jarak tempuh dari 44,2 km menjadi 37,8 km serta penurunan waktu perjalanan dari 66,5 menit menjadi 56,9 menit, yang menunjukkan adanya optimasi pada proses pendistribusian.

Berdasarkan penelitian-penelitian yang telah dilakukan terkait penerapan Algoritma *Cheapest Insertion Heuristic* dan *Tabu Search*, serta adanya kemungkinan terjadinya kendala dalam pengiriman paket, seperti rute pengantaran yang kurang efisien sehingga menimbulkan waktu dan biaya yang tidak sedikit. Oleh karena itu, permasalahan ini cukup menarik untuk dilakukan penelitian dengan tujuan untuk menyelesaikan masalah tersebut, sehingga penulis tertarik untuk mengambil tema tentang Travelling Salesmen Problem dengan menggunakan dua metode yaitu *Cheapest Insertion Heuristic* dan *Tabu Search* yang tujuan akhirnya ialah membandingkan dan memilih salah satu metode yang terbaik dalam menyelesaikan masalah tersebut.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu;

1. Menghasilkan rute terpendek pada pengiriman paket dengan menggunakan algoritma *Cheapest Insertion Heurictic* dan *Tabu Search*.
2. Memilih metode terbaik untuk rute terpendek pada pengiriman paket dengan algoritma *Cheapest Insertion Heurictic* dan *Tabu Search*.

1.3 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu:

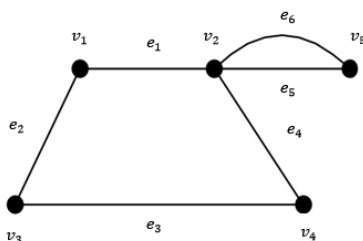
1. Menambah wawasan mengenai algoritma *Cheapest Insertion Heurictic* dan algoritma *Tabu Search*.
2. Memberikan referensi untuk penelitian lebih lanjut.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Graf

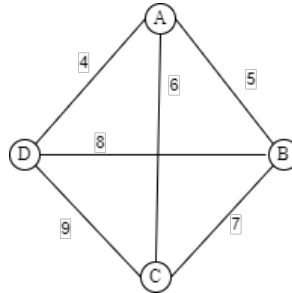
Sebuah graf $G = (V, E)$ merupakan suatu himpunan yang terdiri dari himpunan simpul $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ serta himpunan sisi $E = \{e_1, e_2, \dots, e_n\}$. Setiap sisi e_k terhubung dengan pasangan tak terurut (i, j) di mana i dan j dikenal dengan titik-titik ujung dari sisi tersebut (Buhaerah dkk., 2019). Graf umumnya direpresentasikan dalam bentuk diagram, di mana titik digambarkan dengan noktah sedangkan sisi digambarkan dengan kurva sederhana yang menghubungkan tiap dua titik.



Gambar 2.1 Contoh graf

Dalam teori graf, ada dua jenis graf berdasarkan strukturnya, yaitu graf sederhana dan graf tak sederhana. Graf sederhana merupakan graf yang tidak memiliki gelang maupun sisi ganda. Sedangkan graf tak sederhana merupakan graf yang memuat sisi ganda atau gelang di dalamnya. Suatu jalan (*walk*) merupakan suatu barisan berhingga yang terdiri atas simpul dan sisi, yang diawali serta diakhiri pada suatu simpul, di mana setiap sisi terhubung dengan simpul sebelumnya dan simpul sesudahnya. Jika seluruh sisi yang terdapat pada suatu jalan berbeda, maka jalan tersebut dinamakan jejak (*trail*). Lintasan (*Path*) didefinisikan sebagai suatu jalan $v_0 - v_n$ yang melalui serangkaian titik berbeda tanpa ada titik yang terulang. Dengan

demikian, suatu jalan hanya dapat disebut lintasan jika setiap titik yang dilaluinya bersifat unik. Graf berbobot merupakan graf yang pada setiap sisinya disertakan suatu nilai bobot yang menggambarkan besaran tertentu, seperti jarak, waktu, atau biaya.



Gambar 2.2 Contoh graf berbobot

2.2 Travelling Salesman Problem (TSP)

Para matematikawan mulai menyelidiki bentuk umum *Travelling Salesman Problem* pertama pada tahun 1930. Karl Menger memulainya di Viena dan Harvard. Hassler Whitney dan Merrill Flood dari Princeton kemudian menerbitkan masalah *Travelling Salesman Problem*. Dengan masalah ini, *Travelling Salesman Problem* menjadi sangat dikenal dan digunakan sebagai model untuk produksi, transportasi, dan komunikasi (Amin dkk., 2006).

Travelling Salesman Problem adalah jenis optimisasi kombinatorial yang paling sering dibicarakan. Proses optimisasi *Travelling Salesman Problem* adalah menetapkan rute perjalanan seorang salesman dari satu lokasi awal ke beberapa lokasi yang telah ditentukan, kemudian kembali ke lokasi awal sedemikian rupa sehingga jarak yang ditempuh minimal dan setiap kota dikunjungi hanya sekali (Gutin dan Yeo, 2007). Selain dibahas dalam kajian teori, *Travelling Salesman Problem* juga memiliki banyak kegunaan nyata dalam kehidupan sehari-hari. Misalnya, dalam bidang logistik dan distribusi, *Travelling Salesman Problem* digunakan untuk menentukan rute pengiriman barang agar biaya dan waktu lebih rendah. Dengan menggunakan rute yang tepat, perusahaan dapat meningkatkan ketepatan waktu pengiriman pelanggan, mengurangi jarak tempuh kendaraan, dan menghemat bahan bakar.

2.3 Algoritma *Cheapest Insertion Heuristic* (CIH)

Algoritma *Cheapest Insertion Heuristic* merupakan Algoritma yang bekerja dengan cara menambahkan kota yang belum dikunjungi ke dalam rute yang sudah terbentuk berdasarkan jarak tambahan paling kecil (Sampurno dan Rahadjeng, 2021). Proses ini dilakukan secara bertahap hingga semua kota dimasukkan ke dalam rute perjalanan. Dengan cara tersebut, algoritma dapat membentuk suatu lintasan dengan total jarak tempuh yang relatif pendek dan efisien. Dalam penyelesaian *Travelling Salesman Problem* (TSP), Algoritma *Cheapest Insertion Heuristic* digunakan untuk membentuk lintasan dengan total jarak minimum yang mengunjungi setiap titik tepat satu kali dan kembali ke titik awal. Metode ini menambahkan titik baru ke dalam lintasan yang sudah terbentuk berdasarkan penambahan biaya terkecil, sehingga menghasilkan rute yang efisien. Meskipun tidak selalu memberikan solusi optimal, algoritma ini mampu memberikan hasil yang mendekati optimum dengan waktu komputasi yang lebih cepat dibandingkan metode eksak.

Bentuk umum dari algoritma *Cheapest Insertion Heuristic*. Misalkan $V = \{1, 2, 3, \dots, n\}$ dan jarak $d(i, j)$ diberikan oleh matriks sebagai berikut.

$$[d(i, j)] = \begin{bmatrix} 0 & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 0 & a_{23} & \dots & a_{2n} \\ a_{31} & a_{32} & 0 & \dots & a_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3} & \dots & 0 \end{bmatrix}$$

Langkah-langkah untuk menyelesaikan permasalahan dalam menentukan lintasan terpendek:

1. Graf yang digunakan dalam penelitian ini diberikan keterangan sebagai berikut:

i = Titik asal
 j = Titik tujuan
 k = Titik penyisipan pada rute
 $e_{i,j}$ = Sisi yang menghubungkan titik i dan j
 d_{ij} = Jarak tempuh dari titik i ke titik j

2. Rute perjalanan diawali dari titik asal i dan dihubungkan dengan titik-titik tujuan j hingga kembali ke titik asal, sehingga membentuk lintasan.

3. Membuat *subtour* antara dua titik. *Subtour* adalah sebuah lintasan tertutup (siklus) yang hanya melewati sebagian dari seluruh titik (kota) yang ada dalam permasalahan TSP.
4. Memodifikasi salah satu arc (rute) melalui penyisipan titik baru k yang belum termasuk dalam *subtour* pada arc (i, j) . Proses tersebut menghasilkan dua arc baru, yaitu (i, k) dan (k, j) kemudian dipilih kombinasi dengan jarak total paling minimum untuk membentuk rute yang lebih optimal.
5. Ulangi langkah ke-4 hingga semua titik masuk dalam *subtour*.

2.4 Algoritma *Tabu Search*

Algoritma *Tabu Search* merupakan salah satu algoritma dalam metode heuristik yang digunakan untuk mencari solusi optimal secara efisien. Konsep utama algoritma ini adalah mengarahkan proses pencarian menuju fungsi tujuan yang lebih baik dengan menghindari pengulangan solusi yang telah dieksplorasi sebelumnya. Mekanisme *Tabu Search* digunakan untuk menyimpan solusi atau langkah yang telah dikunjungi agar tidak dievaluasi kembali, sehingga proses pencarian dapat keluar dari solusi lokal dan menuju solusi global yang lebih optimal (Prayoga dan Mardiana, 2023). Dalam konteks *Travelling Salesman Problem* (TSP), algoritma *Tabu Search* digunakan untuk mencari rute perjalanan dengan total jarak minimum secara lebih efisien. Algoritma ini bekerja dengan melakukan pencarian lokal yang diperluas melalui penggunaan *Tabu List* untuk mencegah pengulangan solusi yang telah dievaluasi sebelumnya. Dengan demikian, *Tabu Search* tidak hanya terjebak pada solusi lokal, tetapi juga mampu menjelajahi ruang solusi yang lebih luas sehingga menghasilkan rute yang mendekati solusi optimal.

Bentuk umum dari algoritma *Tabu Search*. Misalkan $V = \{1, 2, 3, \dots, n\}$ dan jarak $d(i, j)$ diberikan oleh matriks sebagai berikut.

$$[d(i, j)] = \begin{bmatrix} 0 & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 0 & a_{23} & \dots & a_{2n} \\ a_{31} & a_{32} & 0 & \dots & a_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3} & \dots & 0 \end{bmatrix}$$

Langkah-langkah untuk menyelesaikan Algoritma *Tabu Search* :

1. Langkah pertama dalam penyelesaian *Travelling Salesman Problem* (TSP) adalah menentukan rute awal yang dijadikan sebagai solusi awal atau solusi terbaik sementara. Penentuan rute awal ini dilakukan dengan metode *Nearest Neighbour*, yaitu menghitung lintasan awal berdasarkan jarak ketetanggaan terdekat antar titik.
2. Tahap selanjutnya adalah menentukan solusi baru dengan menghasilkan rute alternatif dari rute awal yang telah diperoleh pada tahap sebelumnya. Proses ini dilakukan melalui pencarian tetangga (*neighborhood search*) dengan menerapkan aturan kombinasi tertentu untuk memperoleh perbaikan solusi yang lebih optimal. Dalam menentukan jumlah kombinasi pada permasalahan ini, pencarian dilakukan untuk memperoleh rute optimal dengan ketentuan bahwa setiap pos hanya dapat dikunjungi satu kali.
3. Pada tahap ini dilakukan evaluasi terhadap seluruh rute alternatif dengan memanfaatkan Tabu List untuk memastikan tidak terjadi pengulangan solusi. Tabu List adalah tempat penyimpanan sementara yang digunakan untuk mencatat rute atau solusi yang sudah pernah dicoba selama proses pencarian berlangsung. Jika rute kandidat telah tercatat dalam Tabu List, maka rute tersebut diabaikan dan tidak dievaluasi kembali. Sebaliknya, apabila rute alternatif belum tercatat dalam Tabu List, maka rute tersebut disimpan sebagai solusi terbaik sementara dan dimasukkan ke dalam Tabu List untuk mencegah evaluasi ulang pada iterasi berikutnya.
4. Pengecekan terhadap jumlah iterasi maksimum dilakukan untuk menentukan apakah proses pencarian solusi harus dihentikan atau dilanjutkan. Jika jumlah iterasi telah mencapai batas maksimum yang ditetapkan, maka proses dianggap selesai dengan diperolehnya solusi optimal berupa rute terpendek. Namun, apabila batas iterasi belum tercapai, maka proses pencarian dilanjutkan kembali mulai dari langkah kedua.

2.5 Google Maps

Google Maps adalah layanan pemetaan berbasis web yang gratis untuk digunakan yang menggabungkan peta kartografi konvensional dengan citra satelit dan fotografi udara berskala tinggi yang diluncurkan pada tahun 2005. Peta-peta ini dilengkapi

dengan informasi tambahan tentang topografi nama jalan dan jalan raya, landmark dan bangunan terkenal, transportasi umum serta informasi lalu lintas *real-time* (Vandeviver, 2014).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada semester ganjil tahun ajaran 2025/2026 di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung yang beralamatkan di Jalan Prof. Dr. Ir. Soemantri Brojonegoro, Gedong Meneng, Kecamatan Rajabasa, Kota Bandar Lampung, Lampung.

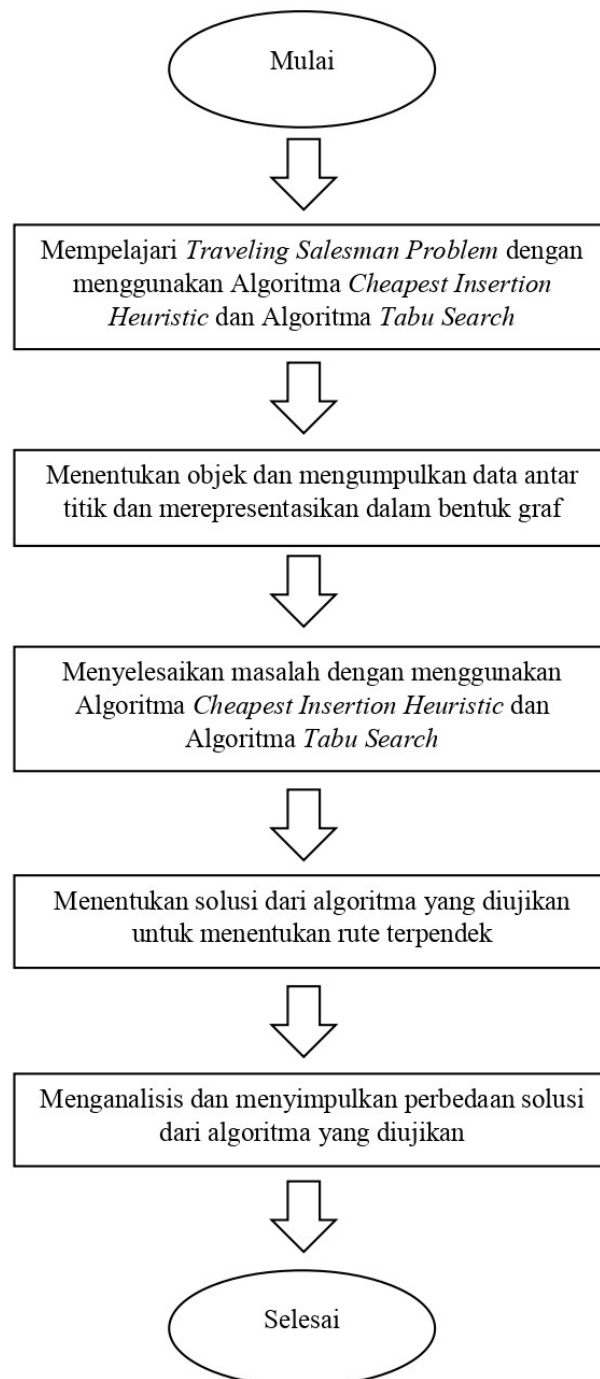
3.2 Data Penelitian

Dalam penelitian ini data yang digunakan adalah rute pendistribusian paket perjalanan kurir dalam mendistribusikan paket dari agen ekspedisi *Shopee Express* Teluk Betung Utara ke setiap lokasi.

3.3 Metode Penelitian

Penulis melakukan penelitian ini dengan menggunakan studi literatur secara sistematis yang diperoleh dari buku, jurnal maupun media. Penyelesaian masalah dilakukan dengan pengumpulan data penelitian. Untuk menentukan rute terpendek pendistribusian paket yang dilakukan langkah penentuan jarak dengan menggunakan bantuan aplikasi *Google Maps*.

Berikut diberikan *Flowchart* metode penelitian:



Gambar 3.1 *Flowchart* metode penelitian

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan, algoritma *Cheapest Insertion Heuristic* lebih baik dari algoritma *Tabu Search*. Jarak yang dihasilkan oleh algoritma *Cheapest Insertion Heuristic* adalah 6,3 km dengan estimasi waktu 18 menit, sedangkan algoritma *Tabu Search* adalah 6,95 km dengan estimasi waktu 20 menit. Rute yang diperoleh dari algoritma *Cheapest Insertion Heuristic* $0 \rightarrow 4 \rightarrow 6 \rightarrow 5 \rightarrow 9 \rightarrow 8 \rightarrow 7 \rightarrow 1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 0$ dan rute dari algoritma *Tabu Search* $0 \rightarrow 3 \rightarrow 2 \rightarrow 1 \rightarrow 7 \rightarrow 5 \rightarrow 4 \rightarrow 6 \rightarrow 9 \rightarrow 8 \rightarrow 0$ dan $0 \rightarrow 3 \rightarrow 2 \rightarrow 1 \rightarrow 7 \rightarrow 6 \rightarrow 4 \rightarrow 5 \rightarrow 9 \rightarrow 8 \rightarrow 0$. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa algoritma *Cheapest Insertion Heuristic* merupakan metode yang lebih efektif dan sesuai untuk digunakan dalam penentuan rute terpendek pada proses pengiriman paket dalam penelitian ini.

5.2 Saran

Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan algoritma lainnya yang lebih efisien dan mampu mendapatkan hasil yang lebih optimal, serta peneliti lebih memperhatikan kondisi *real* di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, Rahma Aulia, dkk. (2006). *Traveling Salesman Problem*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Ananda, A. S., Notiragayu, N., Wamiliana, W., & Ansori, M. (2023). Penentuan Lintasan Terpendek Perjalanan Pengiriman Barang Menggunakan Algoritma Cheapest Insertion Heuristic (Studi Kasus PT. Indah Logistik Cargo Bandar Lampung). *Jurnal EurekaMatika*, 11(2), 111–120.
- Aristi, G. (2014). Perbandingan Algoritma Greedy, Algoritma Cheapest Insertion Heuristics Dan Dynamic Programming Dalam Penyelesaian Travelling Salesman Problem. *Paradigma*, XVI(2), 52–58.
- Buhaerah, Busrah, Z., & Sanjaya, H. (2019). *Teori Graf dan Aplikasinya. In Living Spiritual Quotient*.
- Fatmawati, Prihandono, B., & Noviani, E. (2015). Penyelesaian Travelling Salesman Problem Dengan Metode Tabu Search. *Buletin Ilmiah Mat. Stat. Dan Terapannya (Bimaster)*, 04 no. 1(1), 17–24.
- Gutin, G., & Yeo, A. (2007). *Chapter 6: Exponential neighborhoods and domination analysis for the TSP*.
- Herawati, C., Adianto, R. H., & Mustofa, F. H. (2015). Usulan Rute Distribusi Tabung Gas 12 Kg Menggunakan Algoritma Nearest Neighbour Dan Algoritma Tabu Search di PT. X Bandung. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*. ISSN: 2338-5081, 03(02), 209–220.

- Hignasari, L. V. (2020). Komparasi Algoritma Cheapest Insertion Heuristic (CIH) Dan Greedy Dalam Optimasi Rute Pendistribusian Barang. *Jurnal Ilmiah Vastuwidya*, 2(2), 31–39.
- Hilman, M., & Yusril Sidik, Y. (2023). Penentuan Rute Distribusi Menggunakan Metode Cheapest Insertion Heuristic (Cih) Guna Meminimalkan Pengeluaran Biaya Pada Ukm Aren Creativity Di Kabupaten Ciamis. *Jurnal Industrial Galuh*, 4(2), 51–61.
- Khadafi, S., & Saputri, O. R. (2023). Implementasi Algoritma Cheapest Insertion Heuristics Berbasis Android Dan Google Maps Pada Pt.Xyz. *Networking Engineering Research Operation*, 8(1), 9–20.
- Nugraha, D. A., & Ariescy, R. R. (2025). PENGARUH LAYANAN JASA SHOPEE EXPRESS TERHADAP. 4(April), 734–741.
- Prayoga, V. C., & Mardiana, N. (2023). Implementasi Nearest Neighbour Dan Tabu Search Dalam Optimasi Rute Pendistribusian Produk. *Prosiding Seminar Sosial Politik, Bisnis, Akuntansi Dan Teknik*, 5, 212.
- Ramadhania, S. E., & Rani, S. (2021). Implementasi Kombinasi Algoritma Genetika dan Tabu Search untuk Penyelesaian Travelling Salesman Problem. *Automata*, 2(1), 99–106.
- Safitri, E., Basriati, S., Widiarti, W., & Sukmawati, S. (2024). Kombinasi Algoritma Branch and Bound Dan Cheapest Insertion Heuristic Dalam Mengoptimalkan Rute Distribusi Kurir Paket Jnt Di Kecamatan Batang Cenaku. *Jurnal Lebesgue: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika, Matematika Dan Statistika*, 5(1), 561–572.
- Sampurno, M. A., & Rahadjeng, B. (2021). MATH unesa HEURISTIC DALAM MENYELESAIKAN ASYMMETRIC TRAVELLING SALESMAN. 09(02), 351–358.

Vandeviver, C. (2014). Applying google maps and google street view in criminological research. *Crime Science*, 3(1), 1–16.